

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-371302

(43)Date of publication of application : 26.12.2002

---

(51)Int.Cl.	B22F 5/00
	B22F 3/15
	B22F 9/08
	C22C 1/02
	C22C 1/04
	C22C 21/00
	C22C 21/04
	F01L 1/34

---

(21)Application number : 2001-183834

(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 18.06.2001

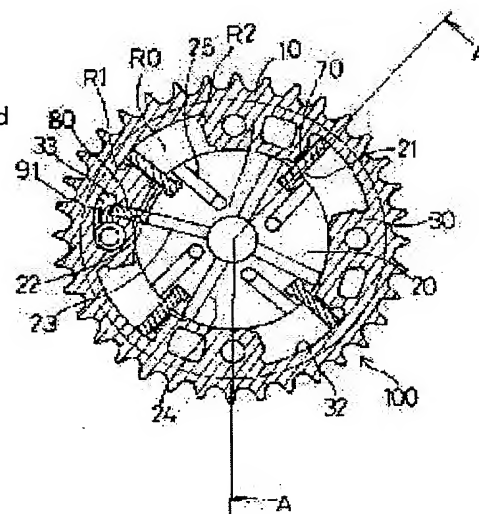
(72)Inventor : HIRATSUKA ICHIRO  
NAKAJIMA SHIGERU

## (54) SLIDING MEMBER AND VALVE-OPENING/CLOSING TIMING CONTROL DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sliding member for an internal combustion engine, superior in baking resistance, abrasion resistance, and coefficient of friction to an iron sintered material, while keeping an adequate sliding state which has not been realized in sliding between aluminum materials.

**SOLUTION:** This valve timing control device 100 comprises a rotation transmission member consisting of an interior rotor 20 fixed to the top of a cam shaft 10, and an external rotor 30 fitted outward to both the cam shaft and the interior rotor so as to relatively rotate in a predetermined range; and a vane 70 integrated or attached on the interior rotor. The external rotor consists of an aluminum alloy material to which at least one element is added out of 0.05-0.20 wt.% Sb, 0.001-0.01 wt.% Na, 0.001-0.05 wt.% Sr, and 0.0005-0.01 wt.% Ca. The interior rotor or the vane consists of the material which is obtained by means of rapidly cooling and solidifying the aluminum alloy material including at least elements of Si and Fe to form powder, and compacting the powder.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]In a slide member which slides mutually by the 1st slide member and the 2nd slide member that counters this 1st slide member and is allocated, said 1st slide member, Sb: 0.05-0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001-0.05 % of the weight, Ca : From 0.0005 to 0.01 % of the weight, consist of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added, and said 2nd slide member, A slide member consisting of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element of Si and Fe was added at least was carried out.

[Claim 2]In a slide member which slides mutually by the 1st slide member and the 2nd slide member that counters this 1st slide member and is allocated, said 1st slide member, Sb: 0.05-0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001-0.05 % of the weight, Ca : From 0.0005 to 0.01 % of the weight, consist of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added, and said 2nd slide member, A slide member consisting of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element (Si:16-18 % of the weight and Fe:2-6 % of the weight) was added at least was carried out.

[Claim 3]Claim 1, wherein mean particle diameter of said Si is 3 micrometers or less, or the slide member according to claim 2.

[Claim 4]A cam shaft supported by cylinder head of an internal-combustion engine enabling free rotation. An inner rotor fixed to this cam-shaft tip part.

A rotation transmission member which consists of an outer rotor the exterior of the relative rotating of was made possible to this cam shaft and an inner rotor in a prescribed range.

They are one or the attached blade to said inner rotor.

A lock pin attached to said outer rotor.

Are the above the valve timing control device which it had, and said outer rotor, Sb: 0.05-0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001-0.05 % of the weight, Ca : It consists of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added from 0.0005 to 0.01 % of the weight, Said outer rotor or said blade consists of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element of Si and Fe was added at least was carried out.

[Claim 5]A cam shaft supported by cylinder head of an internal-combustion engine enabling free rotation. An inner rotor fixed to this cam-shaft tip part.

A rotation transmission member which consists of an outer rotor the exterior of the relative rotating of was made possible to this cam shaft and an inner rotor in a prescribed range.

They are one or the attached blade to said inner rotor.

A lock pin attached to said outer rotor.

Are the above the valve timing control device which it had, and said outer rotor or said blade, Sb: 0.05-0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001-0.05 % of the weight, Ca : It consists of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added from 0.0005 to 0.01 % of the weight, Said inner rotor or said blade consists of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element (Si:16-18 % of the weight and Fe:2-6 % of the weight) was added at least was carried out.

[Claim 6]Claim 4, wherein mean particle diameter of said Si is 3 micrometers or less, or the valve timing control device according to claim 5.

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]The rotation transmission member which this invention becomes from the inner rotor fixed to the cam-shaft tip part by which two members were especially supported by the cylinder head of the internal-combustion engine about the slide member which slides mutually enabling free rotation, and an outer rotor, It is related with the valve timing control device used in order to control the inlet valve or exhaust valve of an internal-combustion engine which equipped this inner rotor with one or the attached blade, and the lock pin attached to the outer rotor.

[0002]

[Description of the Prior Art]As conventional technology of the valve timing control device for vehicles with which the slide member for which this invention is used is used, there are JP,11-159311,A, JP,11-013432,A, and JP,11-101107,A.

[0003]JP,11-159311,A the adjusting device of an internal-combustion engine, It is what adjusts the relative rotating of the housing 28 and the blade object 31 which an opposite direction carries out forcible rotation of the crankshaft with a dynamo (it serves as a starter motor), and constitute the valve timing changing mechanism (VVT) 11 at the time of start up of the organization to the tooth-lead-angle side, It comprises VVT11, the oil control valve 16, and electronic-control 17 grade. The housing 28 and the covering 38 are formed with the sintered-metal material of an iron system, and the blade object 31 is formed by material with a larger coefficient of thermal expansion than the sintered-metal material of an iron system, for example, aluminum. (The above-mentioned number is a number in JP,11-159311,A) Into the matrix of a metallic material, the hole of owner *Perilla frutescens* (L.) Britton var. *crispa* (Thunb.) Decne. became a sump ball about the hole, and the iron system sintered-metal material in which lubricity is excellent was being used for the sintered-metal material used with this valve timing control device in order to maintain seizing resistance, abrasion resistance, and sliding nature. That moderate intensity is obtained had also become a factor for which iron system sintered-metal material is used widely by heat-treating also in that shape is complicated or an intensity side.

[0004]In [ as shown in JP,11-013432,A ] a valve timing control device, It aims at attaching so that the outer rotor 30, the front plate 40, and a rear plate 50 grade rotation transmission member may carry out relative rotating smoothly to the cam shaft 10 and the inner rotor 20. (The above-mentioned number is a number in JP,11-013432,A)

Similarly, a valve timing control device as shown in JP,11-101107,A also comprises the main 4 part housing (outer rotor) 30, the rotor (inner rotor) 20, the blade 70, and the keylock (lock pin) 80. (The above-mentioned number is a number in JP,11-101107,A)

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, since above-mentioned JP,11-159311,A comprised an iron system material with heavy specific gravity, if its speed of response was slow and lengthened it, it led to the increase in engine weight, and had become the hindrance of the improvement in gas mileage.

[0006]Since JP,11-013432,A has structure in which the contacting parts of the outer rotor 20 and the inner rotor 30 served as the bearing mechanism, Severe sliding performance is required, and only by using an iron system sintered material simply, carrying out material substitution at aluminum, an aluminum alloy, and an aluminum system sintered material, since a sliding resistance is high and generating and an intensity side are also inferior in adhesive wear, it is not materialized as a product.

[0007]In the valve timing control device of structure as shown in JP,11-101107,A, Since the coefficient of linear expansion of main 4 parts (housing, a rotor, a blade, a keylock) will interfere with an original function by the dimensional change at the time of low temperature or an elevated temperature if it is not the same,

if it does not use all four parts as material with the same coefficient of linear expansion, it is not realized as a product.

[0008]The slide member on which this invention is what solved the aforementioned problem, and two parts slide mutually, By using seizing resistance, abrasion resistance, sliding nature, the special aluminum material excellent in intensity, and the aluminum casting material that performed modification in housing for the rotor, blade, and keylock which are main component parts of a valve timing control device. The good sliding states which could not be realized in sliding of the conventional aluminum materials are securable, it is durable from the material manufactured with the conventional iron sintering material, and the valve timing control device which enables it to manufacture an all aluminum valve timing control device lightweight a response quickly and mileage-efficient is provided.

[0009]

[Means for Solving the Problem]An invention of claim 1 made in order to solve the above-mentioned technical technical problem, In a slide member which slides mutually by the 1st slide member and the 2nd slide member that counters this 1st slide member and is allocated, said 1st slide member, Sb: 0.05–0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001–0.05 % of the weight, Ca : From 0.0005 to 0.01 % of the weight, consist of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added, and said 2nd slide member, It is a slide member consisting of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element of Si and Fe was added at least was carried out.

[0010]By the invention of claim 1, good sliding states which could not be realized can be secured and performance excels a slide member which seizing resistance, abrasion resistance, and a coefficient of friction become from a conventional aluminum material and an iron sintering material in sliding of the conventional aluminum materials.

[0011]Above Sb in order for Si to carry out detailed balling-up here (especially 3 micrometers or less) : 0.05 to 0.20%, Na: 0.001–0.01%, Sr:0.001–0.05%, Ca: It will be obtained if one kind of element which is the above-mentioned numerical value range at least while of 0.0005 to 0.01% is added.

[0012]If less than a numerical value range of each above-mentioned element, particle diameter of Si will become large. If more than a numerical value range of each above-mentioned element, the detailed balling-up effect of Si will not change, but intensity, elongation, and toughness will fall.

[0013]An invention of claim 2 made in order to solve the above-mentioned technical technical problem, In a slide member which slides mutually by the 1st slide member and the 2nd slide member that counters this 1st slide member and is allocated, said 1st slide member, Sb: 0.05–0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001–0.05 % of the weight, Ca : From 0.0005 to 0.01 % of the weight, consist of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added, and said 2nd slide member, It is a slide member consisting of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element (Si:16–18 % of the weight and Fe:2–6 % of the weight) was added at least was carried out.

[0014]In addition to an effect of claim 1, by the invention of claim 2, Si makes material composition of the 2nd slide member 16 to 18 % of the weight. Wear-resistant improvement can be aimed at in this numerical value range. If there is less Si than 16% weight, abrasion resistance runs short, and anomalous attrition mainly concerned with adhesive wear is caused. Partner aggression will become large if there is more Si than 18 % of the weight. Fe may be 2 to 6 % of the weight. In this numerical value range, seizing-resistant improvement and improvement in strength in high temperature can be aimed at. Printing will be caused if there is less Fe than 2 % of the weight. If there is more Fe than 6%, a needle crystal will deposit and partner aggression will become large.

[0015]An invention of claim 3 made in order to solve the above-mentioned technical technical problem is claim 1, wherein mean particle diameter of said Si is 3 micrometers or less, or the slide member according to claim 2.

[0016]By the invention of claim 3, Si mean particle diameter can aim at wear-resistant improvement and seizing-resistant improvement in this numerical value range by being referred to as 3 micrometers or less. When larger than 3 micrometers, a coefficient of friction is high, printing is caused, and partner aggression appears.

[0017]An invention of claim 4 made in order to solve the above-mentioned technical technical problem, A cam shaft supported by cylinder head of an internal-combustion engine enabling free rotation, A rotation transmission member which consists of an inner rotor fixed to this cam-shaft tip part, and an outer rotor the exterior of the relative rotating of was made possible to this cam shaft and an inner rotor in a prescribed range, It is a valve timing control device used in order to control an inlet valve or an exhaust valve of an internal-combustion engine which equipped said inner rotor with one or an attached blade, and

a lock pin attached to said outer rotor, Said outer rotor Sb:0.05–0.20 % of the weight, Na:0.001–0.01 % of the weight, Sr: 0.001–0.05 % of the weight, Ca : It consists of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added from 0.0005 to 0.01 % of the weight, Said inner rotor or said blade is a valve timing control device consisting of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element of Si and Fe was added at least was carried out.

[0018]By the invention of claim 4, good sliding states which could not be realized can be secured and performance excels a valve timing control device with which seizing resistance, abrasion resistance, and a coefficient of friction consist of a conventional aluminum material and an iron sintering material in sliding of the conventional aluminum materials.

[0019]Above Sb in order for Si to carry out detailed balling-up here (especially 3 micrometers or less) : 0.05 to 0.20%, Na: 0.001–0.01%, Sr:0.001–0.05%, Ca: It will be obtained if one kind of element which is the above-mentioned numerical value range at least while of 0.0005 to 0.01% is added.

[0020]If less than a numerical value range of each above-mentioned element, particle diameter of Si will become large. If more than a numerical value range of each above-mentioned element, the detailed balling-up effect of Si will not change, but intensity, elongation, and toughness will fall.

[0021]An invention of claim 5 made in order to solve the above-mentioned technical technical problem, A cam shaft supported by cylinder head of an internal-combustion engine enabling free rotation, A rotation transmission member which consists of an inner rotor fixed to this cam-shaft tip part, and an outer rotor the exterior of the relative rotating of was made possible to this cam shaft and an inner rotor in a prescribed range, It is a valve timing control device used in order to control an inlet valve or an exhaust valve of an internal-combustion engine which equipped said inner rotor with one or an attached blade, and a lock pin attached to said outer rotor, Said outer rotor Sb:0.05–0.20 % of the weight, Na:0.001–0.01 % of the weight, Sr: 0.001–0.05 % of the weight, Ca : It consists of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added from 0.0005 to 0.01 % of the weight, Said inner rotor or said blade is a valve timing control device consisting of material produced by making solidify powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which an element (Si:16–18 % of the weight and Fe:2–6 % of the weight) was added at least was carried out.

[0022]In addition to an effect of claim 4, by the invention of claim 5, Si makes material composition of the 2nd slide member 16 to 18 % of the weight. Wear-resistant improvement can be aimed at in this numerical value range. If there is less Si than 16% weight, abrasion resistance runs short, and anomalous attrition mainly concerned with adhesive wear is caused. Partner aggression will become large if there is more Si than 18 % of the weight. Fe may be 2 to 6 % of the weight. In this numerical value range, seizing-resistant improvement and improvement in strength in high temperature can be aimed at. Printing will be caused if there is less Fe than 2 % of the weight. If there is more Fe than 6%, a needle crystal will deposit and partner aggression will become large.

[0023]An invention of claim 6 made in order to solve the above-mentioned technical technical problem is claim 4, wherein mean particle diameter of said Si is 3 micrometers or less, or the valve timing control device according to claim 5.

[0024]By the invention of claim 6, Si mean particle diameter can aim at wear-resistant improvement and seizing-resistant improvement in this numerical value range by being referred to as 3 micrometers or less. When larger than 3 micrometers, a coefficient of friction is high, printing is caused, and partner aggression appears.

[0025]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, one embodiment (EXAMPLE) of this invention is described based on a drawing. The outer rotor 30, the inner rotor 20, and its related member of the valve timing control device 100 by this invention shown in drawing 1 and drawing 2 consist of the next composition.

[0026]The cam shaft 10 supported by the cylinder head of the internal-combustion engine enabling free rotation, The inner rotor 20 fixed to the tip part of this cam shaft 10 via the fastening bolt 11 and the sleeve 12, The rotation transmission member which consists of the outer rotor 30, the front plate 40, and the rear plate 50 the exterior of the relative rotating of was made possible to the cam shaft 10 and the inner rotor 20 in the prescribed range, It is constituted by the blade 70 of four sheets attached to the inner rotor 20, and the lock pin 80 grade attached to the outer rotor 30.

[0027]While having the vane groove 21 for the inner rotor 20 having adhered to the cam shaft 10 in one, and attaching each blade 70 of four sheets to a diameter direction, respectively, The receiving hole 22 where specified quantity insertion of the lock pin 80 is carried out when the relative topology of the state 10 shown in drawing 1, i.e., a cam shaft, the inner rotor 20, and the outer rotor 30 synchronizes with a predetermined phase (the maximum angle-of-delay position), The passage 23 which carries out the

feeding and discarding of the hydraulic oil to this receiving hole 22 from a spark-advance path (not shown), It has the passage 24 which carries out the feeding and discarding of the hydraulic oil to the oil sac R1 for tooth lead angles divided by each blade 70 from a spark-advance path (not shown), and the passage 25 which carries out the feeding and discarding of the hydraulic oil to the oil sac R2 for the angles of delay divided by each blade 70 from the angle-of-delay passage 12.

[0028]Each blade 70 is energized by the method of the outside of a path with the spring 71 accommodated in the pars basilaris ossis occipitalis of the vane groove 21.

[0029]By the inner circumference, in the predetermined crevice (the minimum crevice between which it is placed by hydraulic oil), the outer rotor 30 is attached to the peripheral face of the inner rotor 20 so that relative rotating is possible. While the hollow 32 which forms in the outer rotor 30 the hydraulic oil room Ro which accommodates each blade 70 and is bisected by each blade 70 by the oil sac R1 for tooth lead angles and the oil sac R2 for the angles of delay by the inner rotor 20 is formed, The evacuating hole 33 in which the lock pin 80 and the spring 91 which turns this to the inner rotor 20 and energizes it are accommodated is formed in the diameter direction of the outer rotor 30.

[0030]In the valve timing control device provided with the above composition, since the outer rotor 30 is the shape provided with the sprocket part (gear shape of the outside surface of an outer rotor), if it is processed by cutting, it is expensive, and shaping is not used by rapid solidification, but it is fabricated by casting or forge. On the other hand, a sprocket part is formed, and the inner rotor 20 is not, but shaping by rapid solidification is performed in this invention.

[0031]Here, the material of the outer rotor 30 is AC8C (Cu:2.0-4.0, Si:8.5-10.5, Mg:0.50-1.5, Zn: 0.5 or less.) of JISH5202. Fe: Less than 1.0, less than Mn:0.50, less than nickel:0.50, Ti : 0.20 or less. Pb: Less than 0.10, less than Sn:0.10, less than Cr:0.10, aluminum : General aluminum alloy casting AC8C specified in the remainder to a base material so that Si may be set to 3 micrometers or less by weight %. Sb: 0.05-0.20%, Na:0.001-0.01%, Sr:0.001-0.05%, Ca: Add one kind of element which is the above-mentioned numerical value range at least while of 0.0005 to 0.01%, and use the charge of a casting material which performed modification by detailed balling-up of Si. Hereafter, let the member which consists of this charge of a casting material be the 1st slide member.

[0032]In order to carry out detailed balling-up so that Si may be set to 3 micrometers or less, The above-mentioned Sb:0.05-0.20%, Na:0.001-0.01%, Sr:0.001-0.05%, Ca: It will be obtained if one kind of element which is the above-mentioned numerical value range at least while of 0.0005 to 0.01% is added.

[0033]If less than the numerical value range of each above-mentioned element, the particle diameter of Si will become large. If more than the numerical value range of each above-mentioned element, the detailed balling-up effect of Si will not change, but intensity, elongation, and toughness will fall.

[0034]The aluminum-Si-Fe system (aluminum silicon-iron system) powder extrusion material manufactured by the rapid solidification method is used for the inner rotor 20, the blade 70, and the lock pin 80 which serve as the sliding opponent. This extrusion material is called 2nd slide member.

[0035]The end of aluminum powder rapid solidification was carried out with the cooling rate at 102-104 \*\*/second is used for this extrusion material.

[0036]As shown in drawing 3, the manufacturing method in the above-mentioned end of aluminum powder by weight % to the aluminum made into a matrix Si:16-18%, Fe: 2-6%, Cu:1-5%, Mg:0.2-2%, Mn : The aluminum molten metal which added 0.2 to 1% is put into the container 100, The high pressure gas of 80 - 150 kgf/cm<sup>2</sup> is injected to the aluminum molten metal which flows out of the outlet 101, rapid

solidification is carried out with the cooling rate of  $10^2 - 10^4$  \*\* / second, and the powder compact P1 is acquired.

[0037]First, as shown in drawing 4, the powder compact P2 is put into the accommodation body 200, and preforming is performed to 60 to 95% of the relative density by the hydrostatic pressurization between the colds. The powder compact P2 is acquired by the preforming. Hydrostatic pressurization may be between \*\* and between heat.

[0038]Next, hot-extrusion shaping is carried out with the hot extrusion device 300 in a 200-550 \*\* temperature requirement by making this Plastic solid P2 into a billet, and the extrusion member P3 is obtained.

[0039]As shown in drawing 5, the outer rotor 30 considered as a request, the lock pin 80, and the product P4 of blade 70 grade are obtained by performing forge and cutting based on the extrusion material P3. The mean particle diameter of the Si grain in a matrix consists of spherical shape Si grain of 3 micrometers or less.

[0040]Here, Si makes material composition of the 2nd slide member 16 to 18 % of the weight. Wear-resistant improvement can be aimed at in this numerical value range. If there is less Si than 16%

weight, abrasion resistance runs short, and the anomalous attrition mainly concerned with adhesive wear is caused. The partner aggression will become large if there is more Si than 18 % of the weight.

[0041]Fe may be 2 to 6 % of the weight. In this numerical value range, seizing-resistant improvement and improvement in strength in high temperature can be aimed at. Printing will be caused if there is less Fe than 2 % of the weight. If there is more Fe than 6%, a needle crystal will deposit and the partner aggression will become large.

[0042]Cu may be 1 to 5 % of the weight. Improvement in mechanical properties can be aimed at in this numerical value range. If there is less Cu than 1 % of the weight, deterioration of mechanical properties will take place. If there is more Cu than 5 % of the weight, the fall of elongation will take place.

[0043]Mg is made into 0.2 to 2 % of the weight. Improvement in mechanical properties can be aimed at in this numerical value range. If there is less Mg than 0.2 % of the weight, deterioration of mechanical properties will take place. If there is more Mg than 2 % of the weight, the fall of elongation will take place.

[0044]Mn may be 0.2 to 1 % of the weight. In this numerical value range, prevention of recrystallization and improvement in mechanical properties can be aimed at. The deterioration of mechanical properties which it recrystallizes if there is less Mn than 0.2 % of the weight, and an organization becomes big and rough, and causes printing takes place. If there is more Mn than 1 % of the weight, the insoluble compound of a matrix will deposit and a coefficient of friction will rise.

[0045]Si mean particle diameter shall be 3 micrometers or less. In this numerical value range, wear-resistant improvement and seizing-resistant improvement can be aimed at. When larger than 3 micrometers, a coefficient of friction is high, printing is caused, and the partner aggression appears.

[0046]When the above-mentioned material composition is used for this invention, a material function as shown below is produced and a sliding characteristic is acquired. A sliding characteristic also with good Si considering it as 16 to 18 % of the weight, and Fe also considering it as 2 to 6 % of the weight is acquired.

[0047]By carrying out structure control of the Si grain to 3 micrometers or less about 1-2 micrometers, even if worn powder is discharged, since it is smaller than the minimum film thickness of 3 micrometers, the reason the above and a sliding characteristic are acquired does not influence sliding states. Since only the aluminum base portion of the cast structure which is the 1st slide member is previously worn out, the portion serves as a sump ball, can secure fluid lubrication, and is considered to be hard to generate printing.

[0048]Next, why the above-mentioned sliding characteristic is acquired is explained based on a drawing. the wear mechanism of the 1st slide member 10 and the 2nd slide member 20 in this invention example is shown in drawing 7 -- it is explained that it is carried out.

[0049]Drawing 7 (a) is the figure which the 1st slide member 10 and the 2nd slide member 20 of this invention lapped, and expressed the state before sliding. Drawing 7 (b) is a figure showing the state after sliding to which the 1st slide member 10 is carrying out the to-and-fro operation of the 2nd slide member 20 top.

[0050]Si with the 2nd slide member 20 of this invention detailed to an aluminum base material is distributed uniformly. The 1st slide member 10 is formed from the portion 11 to which Si does not exist in an aluminum base material, and the portion 12 which detailed Si is distributing.

[0051]From this figure, only the soft section of the aluminum base material of the 1st slide member 10 is worn out in early stages, and in order that that portion may form an oil film in an interface compulsorily as a sump ball, it will be in a fluid lubrication state. As a result, since the coefficient of friction of the 1st slide member 10 and the 2nd slide member 20 becomes low and generation of heat decreases, printing does not occur but there is also little wear.

[0052]Even if Si serves as worn powder, since Si particle diameter is smaller than film thickness and spherical, sliding states are not influenced.

[0053]On the other hand, drawing 8 is a schematic diagram showing the wear mechanism of the 1st conventional slide member and the 2nd slide member.

[0054](Comparative example 1) : the case where conventional Si is large is shown in drawing 8 (a). In the member which comprised the AC8C material 100 and the rapid solidification material 200 of general JISH5202, When Si in an aluminum matrix is larger than 3 micrometers, since Si used as worn powder is larger than the theoretical minimum film thickness of 3 micrometers, by being intervened and caught in a sliding interface, frictional heat goes up and it becomes a cause of printing or wear.

[0055](Comparative example 2) : In the member which comprised the rapid solidification material 300 and the rapid solidification material 400 as shown in drawing 8 (b), Since there is no portion holding an oil of the case of rapid solidification material and an oil film is hard to be formed in a sliding interface, in a high load region, solid contact occurs, and a coefficient of friction goes up and it is easy to generate printing.

[0056](Comparative example 3) : as shown in drawing 8 (c), in the casting material of the 1st slide member



10 same comrades used by this invention, the soft section of an aluminum base material causes agglutination locally, and there is a tendency which will be in a progressive adhesive wear state from the portion by repeating exfoliation and destruction. A general aluminum casting material and the aluminum expansion material of this letter voice are also the same.

[0057]As mentioned above, by using the material composition shown in the example of the above [ this invention ], a material function as shown below is produced and a sliding characteristic is improved.

[0058]When Si grain carries out structure control to about 1-2 micrometers, even if worn powder is discharged, since it is smaller than the minimum film thickness of 3 micrometers, sliding states are not influenced.

[0059]Since only the aluminum base portion of a casting material (1st slide member 10 of this invention) organization is previously worn out, the portion serves as a sump ball, fluid lubrication can be secured, and it is hard to generate printing.

[0060]drawing 9 is a figure of an experimental result showing the seizing-resistant comparison with the member by the combination (a comparative example -- one -- : -- the iron sintered member of the drawing 8 (a) comparative example 2: drawing 8 (b) comparative example 3: drawing 8 (c) comparative example 4: former should put together) of the example of this invention, and the conventional member.

[0061]It used for the 2nd slide member of this invention which suits the contents shown above at the rotor, the blade, and the keylock, and used for the 1st slide member of this invention at housing.

[0062]the test condition at that time -- " -- sliding gestalt: ring one disk frictional wear tester, peripheral-speed: 0.6 m/s, and load: -- loading is carried out until it makes 0.5 MPa carry out a load rise at a time and is printed every 3 minutes. However, a maximum of 25 MPa(s). Lubricating oil: 5W-30 SJ class It carried out on an engine oil, oil quantity: 200ml, and the oil-temperature: result."

[0063]As shown in this figure, the member which uses the material of this invention is excellent in seizure-proof nature as compared with the comparative examples 1-4. (Please indicate, if there is what should be considered to artificer Mr.: etc.)

[0064]Drawing 10 is a figure showing the wear-resistant experimental result of the example and comparative example of this invention by the same member. The test condition at that time was performed on "a sliding gestalt: ring one disk frictional wear tester, peripheral-speed: 0.6 m/s, load: 2MPa regularity, test time: 5 hours, sliding distance: 10800m, a lubricating oil: 5W-30 SJ class engine oil, oil quantity: 200ml, and the oil-temperature: result."

[0065]As this figure shows, it turns out that this invention is excellent in abrasion resistance.

[0066]Drawing 11 is a figure showing the relation of the planar pressure with a member and the coefficient of friction (coefficient which shows a fluid lubrication state) by the combination of the example of this invention, and the conventional member. a test condition -- " -- sliding gestalt: ring one disk frictional wear tester, peripheral-speed: 0.6 m/s, and load: -- loading is carried out until it makes 0.5 MPa carry out a load rise at a time and is printed every 3 minutes. (however -- a maximum of 25 MPa(s)) lubricating oil: -- 5W-30 SJ class It carried out on an engine oil, oil quantity: 200ml, and the oil-temperature: result."

[0067]As this figure shows, it turns out that this invention is excellent in a coefficient of friction. Furthermore, by more than test surface pressure 10MPa of an example, since a very low value called the coefficient of friction 0.003 is shown, it turns out that a sliding interface is in the fluid lubrication state where the oil film was formed thoroughly.

[0068]As mentioned above, it is shown that performance excels the conventional comparative examples 1-4 in seizing resistance, abrasion resistance, and a coefficient of friction, and the example of this invention cannot be satisfied with a conventional iron sintering material and general aluminum of product performance from this result.

[0069]Table 1 is a table showing the mechanical characteristic of the various materials used by the example and comparative example of this invention. From this table 1, the intensity side also endured the conventional material, and the weight saving became possible about 50% as a valve timing control device of this invention further.

[0070]

[Table 1]

供試材	急冷凝固アルミ材 (実施例の第2滑動部材)	従来鉄焼結材 (比較例4)	一般アルミ鋳造材 (比較例1の第1滑動部材)
特性項目			
引張り強さ(MPa)	451	350	544
0.2%耐力(MPa)	363	270	497
伸び(%)	1.5	1.2	9
疲労強度(MPa)	195	140	206
硬度(HV)	165	120	135
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.80	6.85	2.80



Although the slide member in the valve timing control device explained this invention, it is applicable to an engine lubricating oil pump, a transmission lubricating oil pump, a power steering pump, a piston, a cylinder of vehicles provided with the slide member, etc.

[0071]

[Effect of the Invention]In the slide member which slides mutually by the 1st slide member and the 2nd slide member that counters this 1st slide member and is allocated, the invention of claim 1 of this invention said 1st slide member, Sb: 0.05-0.20 % of the weight, Na : 0.001 to 0.01 % of the weight, Sr: 0.001-0.05 % of the weight, Ca : From 0.0005 to 0.01 % of the weight, consist of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added, and said 2nd slide member, Since it is a slide member consisting of material produced by making solidify the powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which the element of Si and Fe was added at least was carried out, The good sliding states which could not be realized can be secured and performance excels the slide member which seizing resistance, abrasion resistance, and a coefficient of friction become from a conventional aluminum material and iron sintering material in sliding of the conventional aluminum materials.

[0072]The cam shaft which was supported as for the invention of claim 4 of this invention enabling the free rotation to the cylinder head of an internal-combustion engine, The rotation transmission member which consists of an inner rotor fixed to this cam-shaft tip part, and an outer rotor the exterior of the relative rotating of was made possible to this cam shaft and the inner rotor in the prescribed range, It is a valve timing control device used in order to control the inlet valve or exhaust valve of an internal-combustion engine which equipped said inner rotor with one or the attached blade, and the lock pin attached to said outer rotor, Said outer rotor or said blade Sb:0.05-0.20 % of the weight, Na: 0.001-0.01 % of the weight, Sr : 0.001 to 0.05 % of the weight, Ca : From 0.0005 to 0.01 % of the weight, consist of an aluminum alloy material in which at least one kind of element was added, and said inner rotor or said blade, Since it is a valve timing control device consisting of material produced by making solidify the powder to which the rapid solidification of the aluminum alloy material in which the element of Si and Fe was added at least was carried out, Can secure the good sliding states which could not be realized in sliding of the conventional aluminum materials, and seizing resistance, abrasion resistance, and a coefficient of friction, Performance is superior to the valve timing control device which consists of a conventional aluminum material and iron sintering material.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The front view of the outer rotor of the valve timing control device by this invention, an inner rotor, and its related member.

[Drawing 2]A-A line drawing of longitudinal section of the outer rotor of the valve timing control device by this invention, an inner rotor, and its related member.

[Drawing 3]The schematic diagram of a process which manufactures the powder in this invention by which rapid solidification was carried out.

[Drawing 4]The schematic diagram of the process of performing preforming by the hydrostatic pressurization in this invention.

[Drawing 5]The schematic diagram of the process of carrying out hot extrusion of the powder compact in this invention.

[Drawing 6]The schematic diagram of the process to which uses a forge and cutting based on the extrusion material in this invention, and a product configuration is made.

[Drawing 7]The schematic diagram showing the wear mechanism of the 1st slide member and the 2nd slide member in this invention.

[Drawing 8]The schematic diagram showing the wear mechanism of the 1st conventional slide member and the 2nd slide member.

[Drawing 9]The figure of an experimental result showing the seizing-resistant comparison with the member by the combination of the example of this invention, and the conventional member.

[Drawing 10]The figure showing a wear-resistant experimental result with the member by the combination of the example of this invention, and the conventional member.

[Drawing 11]The figure showing the relation of the planar pressure with a member and the coefficient of friction by the combination of the example of this invention, and the conventional member.

[Description of Notations]

10 ... Cam shaft

20 ... Inner rotor

30 ... Outer rotor

70 ... Blade

100 ... Valve timing control device

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-371302  
(P2002-371302A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
B 2 2 F 5/00		B 2 2 F 5/00	S 3 G 0 1 8
3/15		3/15	M 4 K 0 1 7
9/08		9/08	A 4 K 0 1 8
C 2 2 C 1/02	5 0 3	C 2 2 C 1/02	5 0 3 J
1/04		1/04	C
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-183834(P2001-183834)

(22) 出願日 平成13年6月18日 (2001. 6. 18)

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 平塚 一郎

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

(72) 発明者 中嶋 滋

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

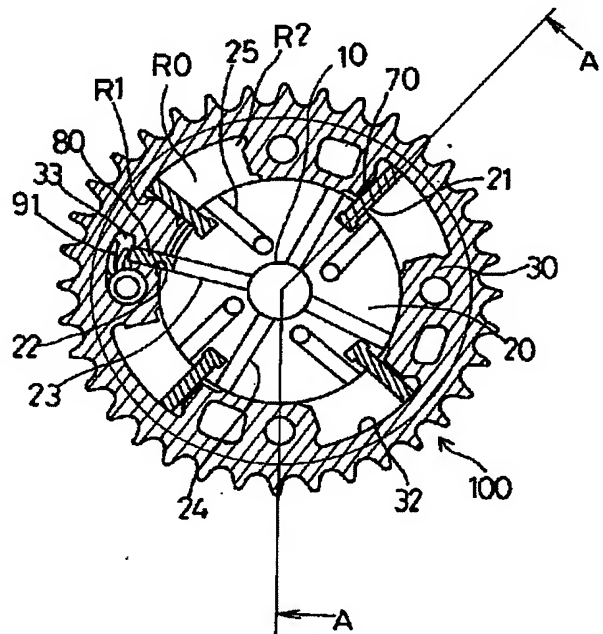
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動部材および弁開閉時期制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 アルミ材同士の摺動では実現し得なかった良好な摺動状態を確保し、耐焼付き性・耐摩耗性・摩擦係数とも、鉄焼結材より優れた内燃機関用摺動部材を提供する。

【解決手段】 カムシャフト10先端部に固定された内部ロータ20と、該カムシャフト及び内部ロータに所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータ30とからなる回転伝達部材と、内部ロータに一体あるいは組付けたベーン70と等からなる弁開閉時期制御装置100であって、外部ロータは、Sb:0.05~0.20重量%、Na:0.001~0.01重量%、Sr:0.001~0.05重量%、Ca:0.0005~0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、内部ロータあるいはベーンは、少なくともSi、Feの元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなる弁開閉時期制御装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1摺動部材と、該第1摺動部材に対向して配設される第2摺動部材とによりお互いに摺動される摺動部材において、

前記第1摺動部材は、Sb：0.05～0.20重量%、Na：0.001～0.01重量%、Sr：0.001～0.05重量%、Ca：0.0005～0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記第2摺動部材は、少なく

ともSi、Feの元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする摺動部材。

【請求項2】 第1摺動部材と、該第1摺動部材に対向して配設される第2摺動部材とによりお互いに摺動される摺動部材において、  
前記第1摺動部材は、Sb：0.05～0.20重量%、Na：0.001～0.01重量%、Sr：0.001～0.05重量%、Ca：0.0005～0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記第2摺動部材は、少なく

ともSi：16～18重量%、Fe：2～6重量%の元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする摺動部材。

【請求項3】 前記Siの平均粒径は3μm以下であることを特徴とする請求項1あるいは請求項2記載の摺動部材。

【請求項4】 内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフトと、該カムシャフト先端部に固定された内部ロータと、該カムシャフト及び内部ロータに所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータとからなる回転伝達部材と、前記内部ロータに一体あるいは組付けたベーンと、前記外部ロータに組付けたロックピンとを備えた内燃機関の吸気弁又は排気弁を制御するために使用される弁開閉時期制御装置であって、  
前記外部ロータは、Sb：0.05～0.20重量%、Na：0.001～0.01重量%、Sr：0.001～0.05重量%、Ca：0.0005～0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記外部ロータあるいは前記ベーンは、少なくともSi、Feの元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする弁開閉時期制御装置。

【請求項5】 内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフトと、該カムシャフト先端部に固定された内部ロータと、該カムシャフト及び内部ロータに所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータとからなる回転伝達部材と、前記内部ロータに一体あるいは組付けたベーンと、前記外部ロータに組付けたロックピ

ンとを備えた内燃機関の吸気弁又は排気弁を制御するために使用される弁開閉時期制御装置であって、  
前記外部ロータあるいは前記ベーンは、Sb：0.05～0.20重量%、Na：0.001～0.01重量%、Sr：0.001～0.05重量%、Ca：0.0005～0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記内部ロータあるいは前記ベーンは、少なくともSi：16～18重量%、Fe：2～6重量%の元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする弁開閉時期制御装置。

【請求項6】 前記Siの平均粒径は3μm以下であることを特徴とする請求項4あるいは請求項5記載の弁開閉時期制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2つの部材がお互いに摺動される摺動部材に関し、特に内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフト先端部に固定された内部ロータと外部ロータとからなる回転伝達部材と、この内部ロータに一体あるいは組付けたベーンと、外部ロータに組付けたロックピンとを備えた内燃機関の吸気弁又は排気弁を制御するために使用される弁開閉時期制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】本発明が使用される摺動部材が使用される車両用弁開閉時期制御装置の従来技術としては、特開平11-159311号公報、特開平11-013432号公報、及び特開平11-101107号公報がある。

【0003】特開平11-159311号公報は、内燃機関の調整装置は、同機関の始動時、発電機（スタータモータを兼ねる）によりクランクシャフトを逆方向に強制回転せしめてバルブタイミング変更機構（VVT）11を構成するハウジング28とベーン体31との相対回転を進角側に調整するもので、VVT11、オイルコントロールバルブ16、電子制御装置17等から構成される。ハウジング28及びカバー38は、鉄系の焼結金属材料によって形成され、ベーン体31は鉄系の焼結金属材料より熱膨張係数の大きい材料、例えばアルミニウムによって形成される。（上記数字は特開平11-159311号公報での数字）

この弁開閉時期制御装置で使用される焼結金属材料は、耐焼付き性、耐摩耗性、摺動性を維持するため、金属材料のマトリックス中に空孔を有しその空孔が油溜まりとなり、潤滑性が優れる鉄系焼結金属材料を使用していた。また、形状が複雑であることや強度面においても熱処理をすることによって適度な強度が得られることも鉄系焼結金属材料が広く使われる要因となっていた。

【0004】また、特開平11-013432号公報に示されるように弁開閉時期制御装置においては、カムシャフト10及び内部ロータ20に対して外部ロータ30、フロントプレート40及びリアプレート50等回転伝達部材が円滑に相対回転するように組付けることを目的としたものである。(上記数字は特開平11-013432号公報での数字)

同様に、特開平11-101107号公報に示されるような弁開閉時期制御装置も、主要4部品ハウジング(外部ロータ)30、ロータ(内部ロータ)20、ペーン70、キーロック(ロックピン)80で構成される。(上記数字は特開平11-101107号公報での数字)

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平11-159311号公報は、比重の重い鉄系材料で構成されていたため応答速度が遅く、引いてはエンジン重量の増加につながり燃費効率向上の妨げになっていた。

【0006】また、特開平11-013432号公報は、外部ロータ20と内部ロータ30の接触部分が軸受け機構を兼ねた構造になっているため、過酷な摺動性能を要求し、単純に鉄系焼結材料をアルミニウムやアルミニウム合金、アルミ系焼結材料に材料置換して使用するだけでは、摺動抵抗が高く凝着摩耗が発生、強度面も劣るため製品として成立しない。

【0007】特開平11-101107号公報に示されるような構造の弁開閉時期制御装置において、主要4部品(ハウジング、ロータ、ペーン、キーロック)の線膨張係数は同じでなければ、低温や高温時の寸法変化により本来の機能に支障をきたすため、4部品全てを同じ線膨張係数を持つ材料にしなければ製品として成り立たない。

【0008】本発明は上記課題を解決したもので、2つの部品がお互いに摺動される摺動部材や、弁開閉時期制御装置の主要構成部品である、ロータ、ペーン、キーロックに耐焼付き性、耐摩耗性、摺動性、強度に優れた特殊なアルミニウム材、ハウジングには改良処理を行ったアルミニウム casting 材を使用することで、従来のアルミ材同士の摺動では実現し得なかった良好な摺動状態を確保でき、従来の鉄焼結材で製造された材料より耐久性があり、応答性が速く軽量で燃費効率の良いオールアルミ弁開閉時期制御装置を製造することが可能になる弁開閉時期制御装置を提供するものである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記技術的課題を解決するためになされた請求項1の発明は、第1摺動部材と、該第1摺動部材に対向して配設される第2摺動部材とによりお互いに摺動される摺動部材において、前記第1摺動部材は、Sb:0.05~0.20重量%、Na:0.001~0.01重量%、Sr:0.001~0.

0.5重量%、Ca:0.0005~0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記第2摺動部材は、少なくともSi、Feの元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする摺動部材である。

【0010】請求項1の発明により、従来のアルミ材同士の摺動では実現し得なかった良好な摺動状態を確保でき、耐焼付き性・耐摩耗性・摩擦係数とも、従来のアルミ材や鉄焼結材からなる摺動部材より性能が優れる。

【0011】ここで、Siが微細球状化させるためには(特に3 $\mu$ m以下)、上記のSb:0.05~0.20%、Na:0.001~0.01%、Sr:0.001~0.05%、Ca:0.0005~0.01%のうち少なくとも上記数値範囲である1種類の元素を添加すれば得られる。

【0012】また、各上記元素の数値範囲より少ないと、Siの粒径が大きくなる。各上記元素の数値範囲より多いと、Siの微細球状化効果は変化せず、強度、伸び、靱性が低下する。

【0013】上記技術的課題を解決するためになされた請求項2の発明は、第1摺動部材と、該第1摺動部材に対向して配設される第2摺動部材とによりお互いに摺動される摺動部材において、前記第1摺動部材は、Sb:0.05~0.20重量%、Na:0.001~0.01重量%、Sr:0.001~0.05重量%、Ca:0.0005~0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記第2摺動部材は、少なくともSi:16~18重量%、Fe:2~6重量%の元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする摺動部材である。

【0014】請求項2の発明により、請求項1の効果に加えて、第2摺動部材の材料組成は、Siは16~18重量%とする。この数値範囲内では、耐摩耗性の向上が図れる。Siが16%重量より少ないと耐摩耗性が不足し、凝着摩耗を主とした異常摩耗を引き起こす。Siが18重量%より多いと相手攻撃性が大きくなる。またFeは2~6重量%とする。この数値範囲内では、耐焼付き性の向上、耐熱強度の向上が図れる。Feが2重量%より少ないと焼付きを引き起こす。Feが6%より多いと針状結晶が析出し相手攻撃性が大きくなる。

【0015】上記技術的課題を解決するためになされた請求項3の発明は、前記Siの平均粒径は3 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1あるいは請求項2記載の摺動部材である。

【0016】請求項3の発明により、Si平均粒子径は3 $\mu$ m以下とすることにより、この数値範囲内では、耐摩耗性の向上、耐焼付き性の向上が図れる。3 $\mu$ mより大きい場合、摩擦係数が高く、焼付きを引き起こし、相

10

20

30

40

50

手攻撃性が現れる。

【0017】上記技術的課題を解決するためになされた請求項4の発明は、内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフトと、該カムシャフト先端部に固定された内部ロータと、該カムシャフト及び内部ロータに所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータとからなる回転伝達部材と、前記内部ロータに一体あるいは組付けたベーンと、前記外部ロータに組付けたロックピンとを備えた内燃機関の吸気弁又は排気弁を制御するために使用される弁開閉時期制御装置であって、前記外部ロータは、Sb:0.05~0.20重量%、Na:0.001~0.01重量%、Sr:0.001~0.05重量%、Ca:0.0005~0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記内部ロータあるいは前記ベーンは、少なくともSi、Feの元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする弁開閉時期制御装置である。

【0018】請求項4の発明により、従来のアルミ材同士の摺動では実現し得なかった良好な摺動状態を確保でき、耐焼付き性・耐摩耗性・摩擦係数とも、従来のアルミ材や鉄焼結材からなる弁開閉時期制御装置より性能が優れる。

【0019】ここで、Siが微細球状化させるためには(特に3 $\mu$ m以下)、上記のSb:0.05~0.20%、Na:0.001~0.01%、Sr:0.001~0.05%、Ca:0.0005~0.01%のうち少なくとも上記数値範囲である1種類の元素を添加すれば得られる。

【0020】また、各上記元素の数値範囲より少ないと、Siの粒径が大きくなる。各上記元素の数値範囲より多いと、Siの微細球状化効果は変化せず、強度、伸び、靱性が低下する。

【0021】上記技術的課題を解決するためになされた請求項5の発明は、内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフトと、該カムシャフト先端部に固定された内部ロータと、該カムシャフト及び内部ロータに所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータとからなる回転伝達部材と、前記内部ロータに一体あるいは組付けたベーンと、前記外部ロータに組付けたロックピンとを備えた内燃機関の吸気弁又は排気弁を制御するために使用される弁開閉時期制御装置であって、前記外部ロータは、Sb:0.05~0.20重量%、Na:0.001~0.01重量%、Sr:0.001~0.05重量%、Ca:0.0005~0.01重量%から少なくとも1種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記内部ロータあるいは前記ベーンは、少なくともSi:16~18重量%、Fe:2~6重量%の元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷

凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする弁開閉時期制御装置である。

【0022】請求項5の発明により、請求項4の効果に加えて、第2摺動部材の材料組成は、Siは16~18重量%とする。この数値範囲内では、耐摩耗性の向上が図れる。Siが16重量%より少ないと耐摩耗性が不足し、凝着摩耗を主とした異常摩耗を引き起こす。Siが18重量%より多いと相手攻撃性が大きくなる。またFeは2~6重量%とする。この数値範囲内では、耐焼付き性の向上、耐熱強度の向上が図れる。Feが2重量%より少ないと焼付きを引き起こす。Feが6%より多いと針状結晶が析出し相手攻撃性が大きくなる。

【0023】上記技術的課題を解決するためになされた請求項6の発明は、前記Siの平均粒径は3 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項4あるいは請求項5記載の弁開閉時期制御装置である。

【0024】請求項6の発明により、Si平均粒子径は3 $\mu$ m以下とすることにより、この数値範囲内では、耐摩耗性の向上、耐焼付き性の向上が図れる。3 $\mu$ mより大きい場合、摩擦係数が高く、焼付きを引き起こし、相手攻撃性が現れる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態(実施例)を図面に基づいて説明する。図1、図2に示した本発明による弁開閉時期制御装置100の外部ロータ30と内部ロータ20およびその関連部材は、次の構成からなる。

【0026】内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフト10と、このカムシャフト10の先端部に締結ボルト11及びスリーブ12を介して固定された内部ロータ20と、カムシャフト10及び内部ロータ20に所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータ30、フロントプレート40、リアプレート50からなる回転伝達部材と、内部ロータ20に組付けた4枚のベーン70と、外部ロータ30に組付けたロックピン80等によって構成されている。

【0027】内部ロータ20は、カムシャフト10に一体的に固着されていて、4枚の各ベーン70をそれぞれ径方向に取付けるためのベーン溝21を有するとともに、図1に示した状態、すなわちカムシャフト10及び内部ロータ20と外部ロータ30の相対位相が所定の位相(最遅角位置)で同期したときロックピン80が所定量嵌入される受容孔22と、この受容孔22に進角通路(図示せず)から作動油を給排する通路23と、各ベーン70によって区画された進角用油室R1に進角通路(図示せず)から作動油を給排する通路24と、各ベーン70によって区画された遅角用油室R2に遅角通路12から作動油を給排する通路25を有している。

【0028】各ベーン70は、ベーン溝21の底部に収容したスプリング71によって径外方に付勢されてい

10

20

30

40

50



る。

【0029】外部ロータ30は、その内周にて内部ロータ20の外周面に所定の隙間（作動油が介在する極少隙間）で相対回転可能に組付けられている。外部ロータ30には、各ベーン70を収容し各ベーン70によって進角用油室R1と遅角用油室R2とに二分される作動油室Roを内部ロータ20とによって形成する凹所32が形成されるとともに、ロックピン80とこれを内部ロータ20に向けて付勢するスプリング91を収容する退避孔33が外部ロータ30の径方向に形成されている。

【0030】以上の構成を備えた弁開閉時期制御装置において、外部ロータ30はスプロケット部（外部ロータの外面のギヤ形状）を備えた形状であるため、切削で加工すると高価であり、急冷凝固により成形は使用されず、鋳造や鍛造で成形されている。一方、内部ロータ20はスプロケット部が形成されおらず、本発明では急冷凝固による成形が行なわれる。

【0031】ここで、外部ロータ30の材料は、JIS H5202のAC8C（Cu：2.0～4.0、Si：8.5～10.5、Mg：0.50～1.5、Zn：0.5以下、Fe：1.0以下、Mn：0.50以下、Ni：0.50以下、Ti：0.20以下、Pb：0.10以下、Sn：0.10以下、Cr：0.10以下、Al：残部）に規定される一般的なアルミニウム合金鋳物AC8Cをベース材に、Siが3 $\mu$ m以下になるよう重量%で、Sb：0.05～0.20%、Na：0.001～0.01%、Sr：0.001～0.05%、Ca：0.0005～0.01%のうち少なくとも上記数値範囲である1種類の元素を添加し、Siの微細球状化による改良処理を行った鋳造材料を使用する。以下、この鋳造材料からなる部材を第1摺動部材とする。

【0032】なお、Siが3 $\mu$ m以下になるように微細球状化させるためには、上記のSb：0.05～0.20%、Na：0.001～0.01%、Sr：0.001～0.05%、Ca：0.0005～0.01%のうち少なくとも上記数値範囲である1種類の元素を添加すれば得られる。

【0033】また、各上記元素の数値範囲より少ないと、Siの粒径が大きくなる。各上記元素の数値範囲より多いと、Siの微細球状化効果は変化せず、強度、伸び、靱性が低下する。

【0034】また、その摺動相手となる内部ロータ20、ベーン70、ロックピン80には、急冷凝固法で製造されたAl-Si-Fe系（アルミニウム-珪素-鉄系）粉末押出し材を使用する。この押出し材料を第2摺動部材という。

【0035】この押出し材は、102～104℃/秒の冷却速度で急冷凝固させたアルミ粉末を用いる。

【0036】上記アルミ粉末の製造方法は、図3に示すように、マトリックスとするアルミニウムに重量%でS

i：16～18%、Fe：2～6%、Cu：1～5%、Mg：0.2～2%、Mn：0.2～1%を添加したアルミ溶湯を容器100に入れ、その排出口101から流出するアルミ溶湯に80～150kgf/cm<sup>2</sup>の高圧ガスを噴射し10<sup>2</sup>～10<sup>4</sup>℃/秒の冷却速度で急冷凝固させて粉末成形体P1が得られる。

【0037】まず、図4に示すように、粉末成形体P2を収納体200に入れ、冷間静水圧加圧による相対密度60～95%に予備成形を行なう。その予備成形により粉末成形体P2が得られる。なお静水圧加圧は温間や熱間でもよい。

【0038】次に、この成形体P2をピレットとして、200～550℃の温度範囲内で熱間押出装置300で熱間押出し成形して押出し部材P3が得られる。

【0039】図5に示すように、押出し材P3をベースに鍛造や切削加工を行なうことにより、所望とする外部ロータ30、ロックピン80、ベーン70等の製品P4が得られる。マトリックス中のSi粒子の平均粒径は、3 $\mu$ m以下の球形状Si粒子からなる。

【0040】ここで、第2摺動部材の材料組成は、Siは16～18重量%とする。この数値範囲内では、耐摩耗性の向上が図れる。Siが16%重量より少ないと耐摩耗性が不足し、凝着摩耗を主とした異常摩耗を引き起こす。Siが18重量%より多いと相手攻撃性が大きくなる。

【0041】またFeは2～6重量%とする。この数値範囲内では、耐焼付き性の向上、耐熱強度の向上が図れる。Feが2重量%より少ないと焼付きを引き起こす。Feが6%より多いと針状結晶が析出し相手攻撃性が大きくなる。

【0042】Cuは1～5重量%とする。この数値範囲内では、機械的性質の向上が図れる。Cuが1重量%より少ないと機械的性質の低下が起こる。Cuが5重量%より多いと伸びの低下が起こる。

【0043】Mgは0.2～2重量%とする。この数値範囲内では、機械的性質の向上が図れる。Mgが0.2重量%より少ないと機械的性質の低下が起こる。Mgが2重量%より多いと伸びの低下が起こる。

【0044】Mnは0.2～1重量%とする。この数値範囲内では、再結晶化の防止、機械的性質の向上が図れる。Mnが0.2重量%より少ないと再結晶化組織が粗大化し焼付きを引き起こす、機械的性質の低下が起こる。Mnが1重量%より多いとマトリックスの不溶性化合物が析出し摩擦係数が上昇する。

【0045】Si平均粒子径は3 $\mu$ m以下とする。この数値範囲内では、耐摩耗性の向上、耐焼付き性の向上が図れる。3 $\mu$ mより大きい場合、摩擦係数が高く、焼付きを引き起こし、相手攻撃性が現れる。

【0046】本発明は、上記材料構成を用いることにより、以下に示すような材料機能が生まれ、摺動特性が得

10

20

30

40

50

られる。なお Si が 16~18 重量%、Fe が 2~6 重量%とするだけでも良好な摺動特性が得られる。

【0047】上記、摺動特性が得られる理由は、Si 粒子を  $3\mu\text{m}$  以下の約  $1\sim 2\mu\text{m}$  に組織制御することにより、摩耗粉が排出されても最小油膜厚さ  $3\mu\text{m}$  より小さいため摺動状態に影響しない。第 1 摺動部材である鋳造組織のアルミ素地部分のみ先に摩耗するため、その部分が油溜まりとなり流体潤滑を確保でき、焼付きが発生し難いと考えられる。

【0048】次に上記摺動特性が得られる理由について、図面に基づいて説明する。本発明実施例における第 1 摺動部材 10 と第 2 摺動部材 20 との摩耗メカニズムは、図 7 に示すされるように説明される。

【0049】図 7 (a) は、本発明の第 1 摺動部材 10 と第 2 摺動部材 20 とが重なり摺動前の状態を表した図である。図 7 (b) は第 1 摺動部材 10 が第 2 摺動部材 20 の上を往復作動している摺動後の状態を表した図である。

【0050】本発明の第 2 摺動部材 20 はアルミニウム素地に微細の Si が均一に分散されている。第 1 摺動部材 10 はアルミニウム素地に Si が存在しない部分 11 と微細 Si が分散している部分 12 とから形成されている。

【0051】この図より、第 1 摺動部材 10 のアルミニウム素地の軟質部分だけが初期に摩耗し、その部分が油溜まりとして界面に強制的に油膜を形成するため、流体潤滑状態となる。その結果、第 1 摺動部材 10 と第 2 摺動部材 20 との摩擦係数が低くなり、発熱が少なくなるため焼付きが起きず摩耗も少ない。

【0052】また、Si が摩耗粉となっても Si 粒径が油膜厚さより小さく球状であるため、摺動状態に影響しない。

【0053】一方、図 8 は、従来の第 1 摺動部材と第 2 摺動部材との摩耗メカニズムを表す概略図である。

【0054】(比較例 1)：従来の Si が大きい場合を図 8 (a) に示す。一般的な JISH 5202 の AC8C 材 100 と急冷凝固材 200 とから構成された部材においては、アルミニウムマトリックス中の Si が  $3\mu\text{m}$  より大きい場合、摩耗粉となった Si が理論最小油膜厚さ  $3\mu\text{m}$  より大きいため摺動界面に介在して引っ掛ることにより、摩擦熱が上がり焼付きや摩耗の原因となる。

【0055】(比較例 2)：図 8 (b) に示すように、急冷凝固材 300 と急冷凝固材 400 とから構成された部材においては、急冷凝固材同士の場合、油を保持する部分が無く、摺動界面に油膜が形成され難いため、高荷重域では固体接触が発生し、摩擦係数が上がり、焼付きが発生し易い。

【0056】(比較例 3)：図 8 (c) に示すように、本発明で使用する同じ第 1 摺動部材 10 同士の鋳造材においては、アルミニウム素地の軟質部分が局部的に凝

着を起こし、その部分から剥離や破壊を繰り返すことで進行性の凝着摩耗状態になってしまう傾向がある。なお、本状態は一般的なアルミ鋳造材やアルミ展伸材でも同様である。

【0057】以上のように、本発明は上記の実施例で示した材料構成を用いることにより、以下に示すような材料機能が生まれ、摺動特性が改善される。

【0058】Si 粒子が約  $1\sim 2\mu\text{m}$  に組織制御することにより、摩耗粉が排出されても最小油膜厚さ  $3\mu\text{m}$  より小さいため摺動状態に影響しない。

【0059】鋳造材(本発明の第 1 摺動部材 10)組織のアルミ素地部分のみ先に摩耗するため、その部分が油溜まりとなり流体潤滑を確保でき、焼付きが発生し難い。

【0060】図 9 は、本発明の実施例と従来の部材との組み合わせ(比較例 1：図 8 (a)、比較例 2：図 8 (b)、比較例 3：図 8 (c)、比較例 4：従来の鉄焼結部材の組み合わせ)による部材との耐焼付き性の比較を示した実験結果の図である。

【0061】上記に示した内容に適合する本発明の第 2 摺動部材にはロータ、ペーン、キーロックに使い、本発明の第 1 摺動部材にはハウジングに使った。

【0062】その時の試験条件は、「摺動形態：リング・オン・ディスク摩擦摩耗試験機、周速：0.6m/s、荷重：3分毎に 0.5MPa づつ荷重上昇させ、焼付くまで荷重負荷する。但し最大 2.5MPa まで。潤滑油：5W-30 SJ 級 エンジンオイル、油量：200ml、油温：成り行き」で行なった。

【0063】この図からわかるように、本発明の材料を使用した部材は比較例 1~4 と比較して、耐焼付き性に優れている。(発明者殿：他に考察すべきことがあれば記載して下さい。)

【0064】図 10 は、同様な部材で本発明の実施例と比較例の耐摩耗性の実験結果を示した図である。その時の試験条件は、「摺動形態：リング・オン・ディスク摩擦摩耗試験機、周速：0.6m/s、荷重：2MPa 一定、試験時間：5 時間、摺動距離：10800m、潤滑油：5W-30 SJ 級 エンジンオイル、油量：200ml、油温：成り行き」で行なった。

【0065】この図からわかるように、本発明は耐摩耗性に優れていることがわかる。

【0066】図 11 は本発明の実施例と従来の部材との組み合わせによる部材との面圧と摩擦係数(流体潤滑状態を示す係数)との関係を表した図である。試験条件は、「摺動形態：リング・オン・ディスク摩擦摩耗試験機、周速：0.6m/s、荷重：3分毎に 0.5MPa づつ荷重上昇させ、焼付くまで荷重負荷する。(但し最大 2.5MPa 迄)、潤滑油：5W-30 SJ 級 エンジンオイル、油量：200ml、油温：成り行き」で行なった。

10

20

30

40

50

【0067】この図からわかるように、本発明は摩擦係数に優れていることがわかる。さらに実施例の試験面圧 10MPa 以上では、摩擦係数 0.003 といた極めて低い値を示していることから、摺動界面は完全に油膜が形成された流体潤滑状態であることがわかる。

【0068】以上、この結果から、本発明の実施例は耐焼付き性・耐摩耗性・摩擦係数とも従来の比較例 1~4 より性能が優れ、従来の鉄焼結材及び一般的なアルミで\*

特性項目	供試材 (急冷凝固アルミ材 (実施例の第2摺動部材))	従来鉄焼結材 (比較例4)	一般アルミ鍛造材 (比較例1の第1摺動部材)
引張り強さ(MPa)	451	350	544
0.2%耐力(MPa)	363	270	497
伸び(%)	1.5	1.2	9
疲労強度(MPa)	195	140	206
硬度(HV)	165	120	135
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.80	6.85	2.80

なお本発明は、弁開閉時期制御装置での摺動部材にて説明したが、摺動部材を備えた車両のエンジンオイルポンプ、トランスミッションオイルポンプ、パワーステアリングポンプ、ピストンとシリンダー等にも応用可能である。

#### 【0071】

【発明の効果】本発明の請求項 1 の発明は、第 1 摺動部材と、該第 1 摺動部材に対向して配設される第 2 摺動部材とによりお互いに摺動される摺動部材において、前記第 1 摺動部材は、Sb: 0.05~0.20 重量%、Na: 0.001~0.01 重量%、Sr: 0.001~0.05 重量%、Ca: 0.0005~0.01 重量% から少なくとも 1 種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記第 2 摺動部材は、少なくとも Si、Fe の元素が添加されたアルミニウム合金材料を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする摺動部材であるので、従来のアルミ材同士の摺動では実現し得なかった良好な摺動状態を確保でき、耐焼付き性・耐摩耗性・摩擦係数とも、従来のアルミ材や鉄焼結材からなる摺動部材より性能が優れる。

【0072】本発明の請求項 4 の発明は、内燃機関のシリンダヘッドに回転自在に支持されたカムシャフトと、該カムシャフト先端部に固定された内部ロータと、該カムシャフト及び内部ロータに所定範囲で相対回転可能に外装された外部ロータとからなる回転伝達部材と、前記内部ロータに一体あるいは組付けたベーンと、前記外部ロータに組付けたロックピンとを備えた内燃機関の吸気弁又は排気弁を制御するために使用される弁開閉時期制御装置であって、前記外部ロータあるいは前記ベーンは、Sb: 0.05~0.20 重量%、Na: 0.001~0.01 重量%、Sr: 0.001~0.05 重量%、Ca: 0.0005~0.01 重量% から少なくとも 1 種類の元素が添加されたアルミニウム合金材料からなり、前記内部ロータあるいは前記ベーンは、少なくとも Si、Fe の元素が添加されたアルミニウム合金材料

\*は製品性能を満足できないことを示している。

【0069】なお、表 1 は本発明の実施例と比較例で使用される各種材料の機械特性を示した表である。この表 1 から、強度面も従来の材料を凌ぎ、さらに、本発明の弁開閉時期制御装置として約 50% 軽量化が可能になった。

#### 【0070】

【表 1】

特性項目	供試材 (急冷凝固アルミ材 (実施例の第2摺動部材))	従来鉄焼結材 (比較例4)	一般アルミ鍛造材 (比較例1の第1摺動部材)
引張り強さ(MPa)	451	350	544
0.2%耐力(MPa)	363	270	497
伸び(%)	1.5	1.2	9
疲労強度(MPa)	195	140	206
硬度(HV)	165	120	135
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.80	6.85	2.80

を急冷凝固させた粉末を固化させて得られる材料からなることを特徴とする弁開閉時期制御装置であるので、従来のアルミ材同士の摺動では実現し得なかった良好な摺動状態を確保でき、耐焼付き性・耐摩耗性・摩擦係数とも、従来のアルミ材や鉄焼結材からなる弁開閉時期制御装置より性能が優れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による弁開閉時期制御装置の外部ロータと内部ロータおよびその関連部材の正面図。

【図 2】本発明による弁開閉時期制御装置の外部ロータと内部ロータおよびその関連部材の A-A 線縦断面図。

【図 3】本発明における急冷凝固させた粉末を製造する工程の概略図。

【図 4】本発明における静水圧加圧による予備成形を行う工程の概略図。

【図 5】本発明における粉末成形体を熱間押出しする工程の概略図。

【図 6】本発明における押出し材をベースに鍛造や切削加工を用いて製品形状に仕上げる工程の概略図。

【図 7】本発明における第 1 摺動部材と第 2 摺動部材との摩耗メカニズムを表す概略図。

【図 8】従来の第 1 摺動部材と第 2 摺動部材との摩耗メカニズムを表す概略図。

【図 9】本発明の実施例と従来の部材との組み合わせによる部材との耐焼付き性の比較を示した実験結果の図。

【図 10】本発明の実施例と従来の部材との組み合わせによる部材との耐摩耗性の実験結果を示した図。

【図 11】本発明の実施例と従来の部材との組み合わせによる部材との面圧と摩擦係数との関係を表した図。

#### 【符号の説明】

10・・・カムシャフト

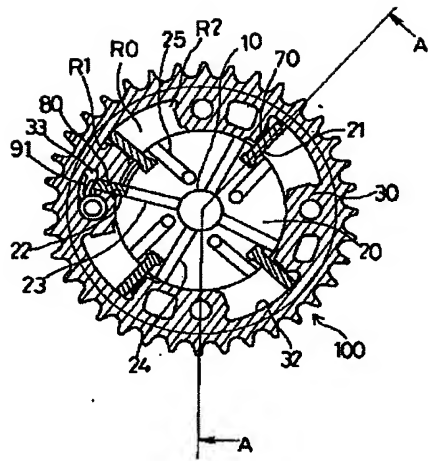
20・・・内部ロータ

30・・・外部ロータ

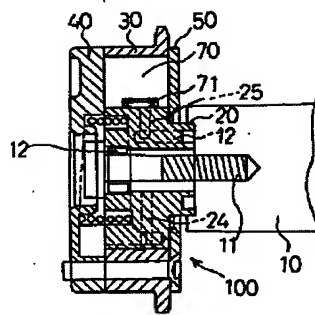
70・・・ベーン

100・・・弁開閉時期制御装置

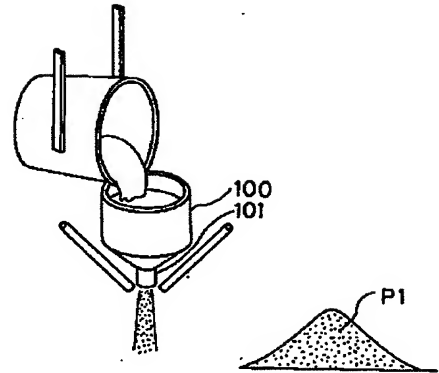
【図1】



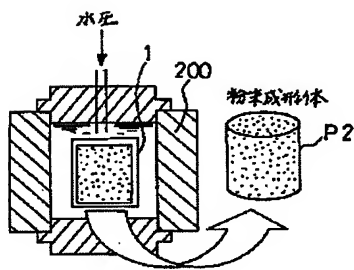
【図2】



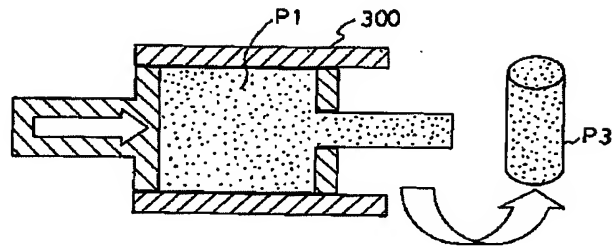
【図3】



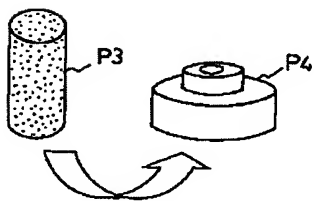
【図4】



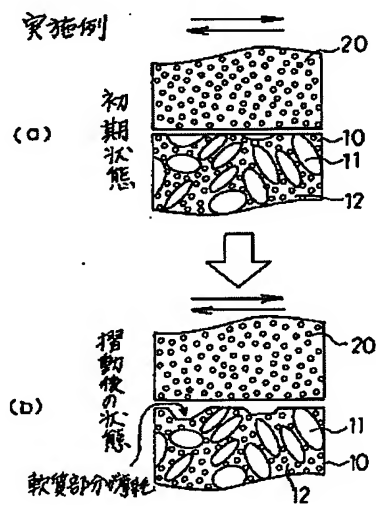
【図5】



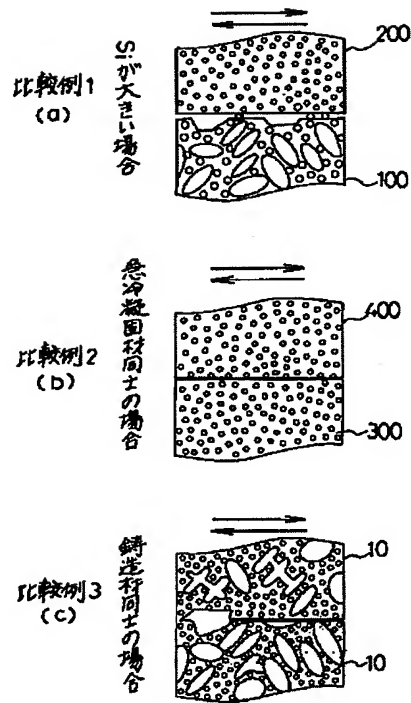
【図6】



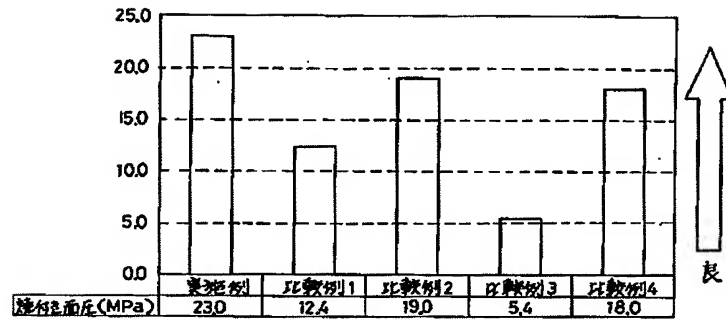
【図7】



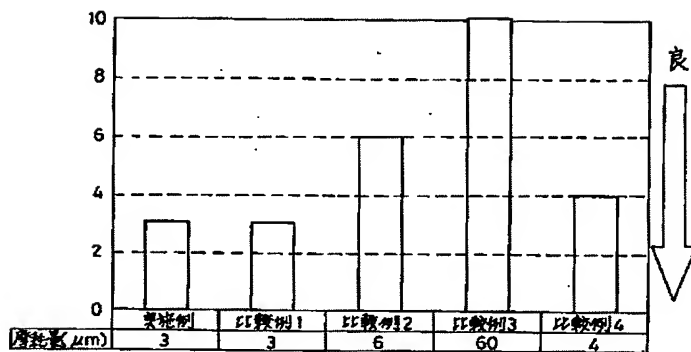
【図8】



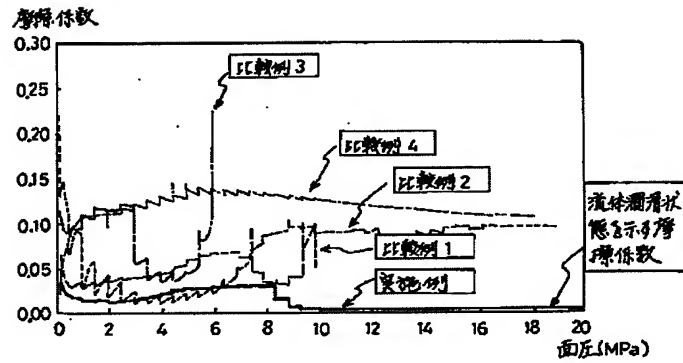
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード' (参考)
C 2 2 C 21/00		C 2 2 C 21/00	B
21/04		21/04	
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	E

F ターム(参考) 3G018 BA01 BA33 CA20 DA73 DA77  
 DA81 FA01 FA07 GA14 GA23  
 GA27  
 4K017 AA04 BA01 BB16 DA09 EB00  
 ED00 EK01  
 4K018 AA16 BA08 CA23 EA12 EA32  
 KA02